

SEMI P35-1106 マイクロリソグラフィメトロロジの用語法

本スタンダードは、global Micropatterning Committee で技術的に承認されている。現版は global Audits and Reviews Subcommittee で 2006 年 8 月 24 日に発行が承認された。2006 年 10 月に www.semi.org で、そして 2006 年 11 月に CD-ROM で入手可能となる。初版は 2000 年 2 月発行、前版は 2004 年 7 月に発行された。

1 目的

1.1 明確で普遍的に受入れられる定義が、メトロロジ機器の買手と売手の間で効果的に意思を疎通し誤解を防ぐために必要となる。本書の目的は、マイクロリソグラフィで重要なメトロロジに関する問題を理解し論議するために、一貫性のある用語を提供することである。

2 範囲

2.1 本文書の範囲は、マイクロリソグラフィで使用されるメトロロジの用語定義に限定する。これらの定義が関連する国際スタンダードや通常の用法と一貫するよう最善が尽くされている。本文書の意図は、測定手順を説明することではなく、むしろ測定量を有用かつ明白に定義するアプローチについて説明することである。

2.2 本文書の現下の対象は、リソグラフィプロセスのコントロールに重要な、フィーチャ関連メトロロジおよび測定量である。

2.3 本文書では、統計に関する検討事項については説明しない。これについては、SEMI E89 やその他の文書に記載されている。

2.4 本書は、将来の改訂版でさらに多くの用語を追加して拡張することが期待される。

注意: 本スタンダードは、その使用に関連したすべての安全問題を取り扱うことを意図していない。このスタンダードの使用者は、その責任において適切な安全および健康上の作業方法を確立し、また使用前に規制上その他の制限への適用性を判断するものである。

3 参照スタンダードおよび文書

3.1 SEMI スタンダード

SEMI P28 — Specification for Overlay-Metrology Test Patterns for Integrated-Circuit Manufacture

SEMI E89 — Guide for Measurement System Analysis (MSA)

3.2 ANSI/NCSL スタンダード¹

Z540-2-1997 — *US Guide to the expression of Uncertainty in Measurement*, ANSI/NCSL standard (the US version of *Guide to the expression of Uncertainty in Measurement*, ISO, 1995, 110 p., ISBN 92-67-10188-9)

注意: 別途指示のない場合、引用されたすべての文書は最新の出版バージョンである。

4 いくつかのメトロロジの問題

4.1 **ライン幅の測定** — 長さまたは位置のどのような測定にも未知の誤差が含まれており、それが引き続く測定データの用途に及ぼす影響は、測定の不確かさによって最も良く説明される(§3.2 参照)。フォトマスクまたは集積回路ウェーハのフィーチャ寸法(例、ライン幅)を測定する上での問題は、フィーチャが三次元の物体であり、その

¹ American National Standards Institute, Headquarters: 1819 L Street, NW, Washington, DC 20036, USA. Telephone: 202.293.8020; Fax: 202.293.9287, New York Office: 11 West 42nd Street, New York, NY 10036, USA. Telephone: 212.642.4900; Fax: 212.398.0023, Website: www.ansi.org

正確な形状が一般に不明であることから複雑化する。メトロロジの問題は、物体が微細で拡大された像のみが測定可能である場合、さらに複雑になる。

4.2 フィーチャの測定データは、通常ひとつまたは数個のパラメータまで削減される。それ以上の複雑なフィーチャの形状を表すために必要なデータがほとんど得られず、また測定データのその後の用途でも重視されないからである。

4.3 メトロロジの最初のルールは、何を測定するのかを正確に定義することである。前項に照らしてここで用いた方法は、複雑な形状をした実際の物体に似せた、単純で理想化した幾何学的形状、つまりフィーチャモデル (*feature model*) (図 1) を作ることである。サイズと中心位置が十分に定義されたモデルは、測定データの用途において実際のフィーチャの代わりとなる。モデルは、自由度を増したり、測定値を表すパラメータをより多く要求することで、実際のフィーチャ形状により近づくように改善することが出来る。例えば、ラインは長方形の(幅と高さのある)断面で表わせるが、さらに台形の(底辺の幅、高さおよび 2 つの壁の角度のある)断面でより良く表現することもできる。モデルと実際のフィーチャ形状の違いは、そのフィーチャのサイズまたは位置の全体的な測定の不確かさの一因となる。

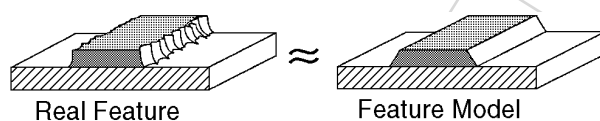


図 1
フィーチャのサイズと形状に近似のフィーチャモデル

4.3.1 フィーチャモデルは、フィーチャによって占有されるスペース上の内側の限界と外側の限界を表現するために境界ボックスを定義することによって、測定の目的に適するようにさらに抽象化できる。理想のフィーチャが存在しない場合は、フィーチャ、フィーチャモデル、境界ボックスは、すべて一致する。

4.4 ここで具体化するアプローチの狙いは、最も現実的な用語で、かつフィーチャに関して可能性のあるあらゆる知識を踏まえて、フィーチャ(およびフィーチャのその後のパフォーマンス – 付属書 1 を参照)のメトロロジの結果を解釈しやすくすることである。

4.5 フィーチャのサイズや配置を測定する理由には、可能性のある理由が多数ある。したがって、次の定義には、測定目的に最も適合するようにユーザが選択できるオプションや代替を含めることができる。

5 定義

5.1 定義済みの用語が他の用語の定義に現れる場合はイタリック体で示した。1 つの用語に複数の定義が与えられる場合、用途に最適の定義を選択されるものとする。これらの定義には、「デフォルト」として特定の使用方法のオプションを記述するものがある。特に指定されていない限り、そのオプションが適用されるものとする。

5.1.1 境界ボックス (*bounding box*) – フィーチャの位置とサイズに関する限界や境界を表すためにユーザが指定した幾何学形状。基準面中にある平面と基準面中でユーザが指定した方向性を持つ。例として図 2 参照。境界ボックスは矩形である必要はない。

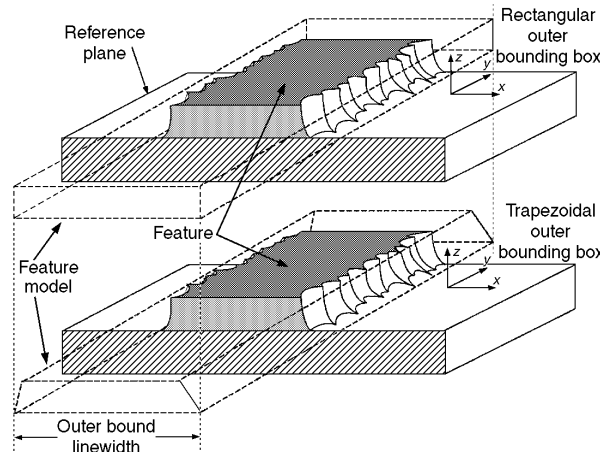


図 2
ラインフィーチャの 2 つの選択可能な境界ボックス

注 1: ここでは便宜上、用語「境界ボックス」が使用されているが、「ボックス」という言葉は常に適切であるとは見なされない可能性がある。必要ならば代わりに「境界フィーチャ」や「境界面」等のような用語を使用してもよい。境界ボックスは、フィーチャモデルと一致させてもよい。

5.1.1.1 外部境界ボックス(outer bounding box) — フィーチャを包み込む最も小さい境界ボックス。

5.1.1.2 ベストフィット境界ボックス(best fit bounding box) — ユーザが定義するベストフィットの基準において最もフィットする境界ボックス。

5.1.2 校正(calibration) — 測定器や測定システムによって指示される量の値、または測定器具や基準物によって示される値と、スタンダードによって実現される対応する値との間の関係を、指定された条件で確立する操作の集合(¶6.1を参照)。

5.1.3 中心線(centerline) — (a)連続する線分長さが消失する限界内にある線分の重心部位。(b)相対するフィーチャエッジ間の中間にある線または面。

5.1.4 重心(centroid) — 物体の幾何学的中心。物体の重心の座標は、 $C_u = \iiint u \, dV / \iiint dV$ である。ここで、積分は物体の体積 V について行い、 u は、 x 、 y 、 z のいずれかである。

5.1.4.1 重心測定の不確かさ(centroid measurement uncertainty) — 基準面の座標系における重心の位置あるいは物体の配置に妥当に帰せられる値のばらつきを特性付けるパラメータ(測定の不確かさを参照)。

注 2: フィーチャエッジは、重心を定義する積分の境界部分を形成し、エッジ位置の不確かさは、積分境界の不確かさとなり、結果的に重心の不確かさとなる。内部ライン幅境界ボックスと外部ライン幅境界ボックスによって記述されるフィーチャの重心測定の不確かさは、相対するエッジの相関の可能性を考慮し、平均ライン幅境界ボックスの測定された重心位置とこれらライン幅境界ボックス間の線のエッジ位置を組み合わせた不確かさである。(多くのフィーチャは、相対するエッジ間にある程度の小さなミラーイメージの対称性があるので、これらの相関によって、対応するライン幅不確かさよりも小さなフィーチャ配置またはピッチ不確かさとなることがある。)

5.1.5 フィーチャ(リソグラフィでの)(feature (lithographic)) — 単一の連続する境界を持ち基準面に張り付いている領域で、境界の外側の領域から区別される決定的な物理的特性(パラメータ)を持つもの(SEMI P28からの採用)。

注 3: 一般的にはフィーチャは三次元の物体であるが、いくつかの特徴は二次元の物体として十分にモデル化できる。

5.1.5.1 フィーチャ境界(feature boundary) — フィーチャを周囲から区別するパラメータのユーザが定義した特性によって定義される表面。特性には、例えば敷居、最大勾配等がある。バイアやラインスペースのような開放しているフィーチャは、基準面と平行する補助面の高さを境界としてよい。

5.1.5.2 フィーチャエッジ(feature edge) — フィーチャのサイズやライン幅を定義するために使用されるフィーチャ境界の部分。使用される判定基準を指定しなければならない。